



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 08046546

(43)Date of publication of application: 16.02.1996

(51) Int. Cl.

H04B 1/707

(21)Application number: 06175567

(71)Applicant:

OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing: 27.07.1994

(72)Inventor:

HORIGUCHI KENJI

SUGIMOTO DAIKI

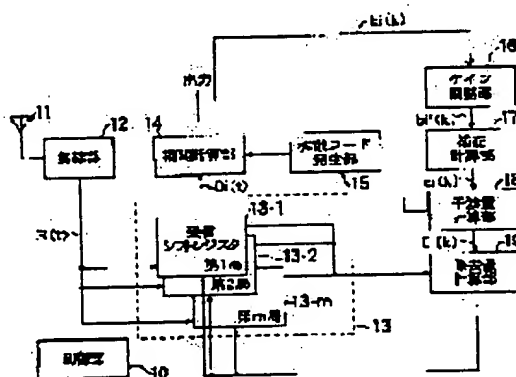
KAWASUMI IKUO

(54) CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS DEMODULATOR

(57) Abstract:

PURPOSE: To reduce a bit error rate in a CDMA demodulator.

CONSTITUTION: A radio equipment 12 modulates a reception signal from an antenna 11 and extracts a reception signal $R(t)$ of a base band and gives it to reception shift register sections 13-1-13-m. The reception shift register sections 13-1-13-m corresponding to m-sets of transmission stations store respectively plural estimate data series of each transmission signal. The control section 10 detects an end of symbol by a reception signal $R(t)$ to designate the station. Plural estimate data series corresponding to the designated station is called from a reception shift register section and a spread code generating section 15, a correlation calculation section 14, a gain adjustment section 16 and a correction calculation section 17 calculate plural symbol estimate values with respect to the designated station. An interference quantity calculation section 18 and an elimination quantity calculation section 19 eliminate an interference corresponding to the symbol estimate value from the estimate data series of each reception shift register section corresponding to other stations than the designated station and write the estimate value.



LEGAL STATUS

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-46546

(43) 公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int.Cl.⁹
H 0 4 B 1/707

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 J 13/ 00

D

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-175567

(22) 出願日 平成6年(1994)7月27日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 堀口 健治

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(72) 発明者 杉本 大樹

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(72) 発明者 川澄 育男

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

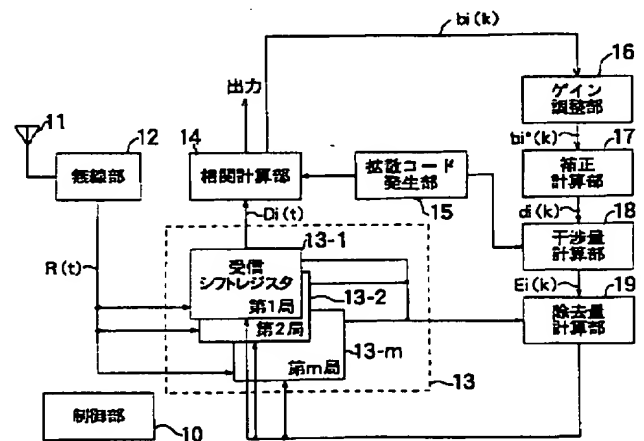
(74) 代理人 弁理士 柿本 恭成

(54) 【発明の名称】 符号分割多元接続復調装置

(57) 【要約】

【目的】 CDMA復調装置におけるビット誤り率を低減する。

【構成】 アンテナ11から受信信号に対して無線機12は変調を行い、ベースバンドの受信信号 $R(t)$ を抽出して受信シフトレジスタ部13-1~13-mに供給する。 m 個の送信局に対応する受信シフトレジスタ部13-1~13-mは各送信信号の複数の推定データ系列をそれぞれ記憶している。制御部10が受信信号 $R(t)$ からシンボル終了を検出し、その局を指定する。指定局に対応した複数の推定データ系列が受信シフトレジスタ部から呼び出され、拡散コード発生部15、相関計算部14、ゲイン調整部16及び補正計算部17が指定局に対する複数のシンボル推定値を計算する。干渉量計算部18と除去量計算部19は、それらシンボル推定値に対応する干渉量を指定局以外の局に対応する各受信シフトレジスタ部の推定データ系列から除去して書換える。



本発明の実施例の CDMA 復調装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の送信局にそれぞれ対応する複数の記憶領域を有し、該各記憶領域はベースバンドの受信信号が入力されかつ各記憶内容が該各送信局の送信信号の推定データ系列で書換えられる構成のメモリ手段と、前記複数の送信局のうちの指定局に対応した前記記憶領域に記憶されている複数の前記推定データ系列と該指定局に対応する拡散コードとの相関値をそれぞれ計算する相関計算部と、該各相関値の相関値のパワーを正規化するゲイン調整手段と、該各正規化された相関値に対して補正及び制限をそれぞれ加える補正計算部とを有し、該指定局の送信信号における複数のシンボル分のシンボル推定値を作成すると共に一時的に記憶する推定値計算手段と、

前記推定値計算手段で前回作成された複数のシンボル推定値と今回作成された複数のシンボル推定値との差分であるシンボル推定差分値をそれぞれ計算し、該シンボル推定差分値と前記指定局の拡散コードとの積に基づいた複数の干渉修正データ系列を作成する干渉量計算部と、前記指定局以外の送信局に対応する前記記憶領域にそれぞれ記憶されている複数の推定データ系列と前記複数の干渉修正データ系列との差分データ系列をそれぞれ求め、該各差分データ系列で該指定局以外の各送信局に対応する該記憶領域の該複数の推定データ系列を書換える除去手段と、

前記受信信号中のシンボルの区切りを検出し該シンボルを送出した送信局を前記指定局として指定する機能と、該指定局に関する最先行シンボルの前記相関値または前記シンボル推定値を出力させる機能を有し、装置全体の動作を制御する制御部とを、備えたことを特徴とする符号分割多元接続復調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、パーソナル通信システム（PCS）等の移動通信に採用される符号分割多元接続（Code-Division Multiple Access; 以下、CDMAという）通信における CDMA 復調装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、このような分野の技術としては、例えば、次のような文献に記載されるものがあった。

文献：Bernard Sklar 著 “Digital Communications Fundamentals and Applications”（1988）Prentice Hall（米）、P. 571-573

上記文献に記載された CDMA 変復調装置では、送信側の場合、送信データに対して固有の拡散コードを掛けてスペクトラムを拡散し、スペクトラム拡散された信号が無線機によって高周波信号に変換される。高周波信号に変換された送信データがアンテナから送信される。複数の送信局では同一の周波数帯域でスペクトラム拡散を行う

2

が、各送信局の使用する拡散コードはそれぞれ異なっている。受信局における復調装置は、アンテナからの受信信号である高周波信号をベースバンド信号に変換し、送信局側の拡散コードと同期した拡散コードをベースバンドに掛け、かつ 1 シンボル分を加算することによって復調信号を取り出す。復調信号には目的の送信局からの信号のほかに、他の送信局からの干渉信号が含まれているが、その干渉信号は目的の送信局からの信号に比べて小さいため、復調信号としては目的の送信局から信号が得られる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の CDMA 復調装置においては、次ぎのような課題があった。各送信局が非同期で、拡散コードとして擬似ランダム符号のような非直交符号を用いた場合、ある送信局の送信信号は他の局にとっては干渉信号となり、この干渉信号が受信側における復調信号に加算されるため、送信局数が増加すると干渉量が増加して復調信号におけるビット誤り率が増加するという課題があった。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、前記課題を解決するために、CDMA 復調装置に次のメモリ手段、推定値計算手段、干渉量計算部、及び制御部とを備えている。メモリ手段は、複数の送信局にそれぞれ対応する複数の記憶領域を有し、該各記憶領域はベースバンドの受信信号が入力されかつ各記憶内容が該各送信局の送信信号の推定データ系列で書換えられる構成としている。推定値計算手段は、前記複数の送信局のうちの指定局に対応した前記記憶領域に記憶されている複数の前記推定データ系列と該指定局に対応する拡散コードとの相関値をそれぞれ計算する相関計算部と、該各相関値の相関値のパワーを正規化するゲイン調整手段と、該各正規化された相関値に対して補正及び制限をそれぞれ加える補正計算部とを有し、該指定局の送信信号における複数のシンボル分のシンボル推定値を作成すると共に一時的に記憶するものである。干渉量計算部は、前記推定値計算手段で前回作成された複数のシンボル推定値と今回作成された複数のシンボル推定値との差分であるシンボル推定差分値をそれぞれ計算し、該シンボル推定差分値と前記指定局の拡散コードとの積に基づいた複数の干渉修正データ系列を作成する機能を果たすものである。除去手段は、前記指定局以外の送信局に対応する前記記憶領域にそれぞれ記憶されている複数の推定データ系列と前記複数の干渉修正データ系列との差分データ系列をそれぞれ求め、該各差分データ系列で該指定局以外の各送信局に対応する記憶領域に記憶されている該複数の推定データ系列を書換える構成であり、制御部は、前記受信信号中のシンボルの区切りを検出し該シンボルを送出した送信局を前記指定局として指定する機能と、該指定局に関する最先行シンボルの前記相関値または前記シンボル推定

3

値を出力させる機能を有し、装置全体の動作を制御するものである。

【0005】

【作用】例えば、 m 個存在する送信局のうち j 番目の送 *

$$a_j(t) \cdot PN_j(t)$$

ここで、 $a_j(t)$ は時刻 t において送信局 j の送出する送信データ（シンボル情報のデータ）であり、プラス 1 またはマイナス 1 の値である。このシンボルデータ $a_j(t)$ は、1 シンボル長の間には変化をしない。 PN_j ※

$$R(t) = a_1(t) \cdot PN_1(t) + a_2(t) \cdot PN_2(t) + \dots + a_m(t) \cdot PN_m(t)$$

相関検波によって送信局 j の信号を検出する場合、ベースバンドの受信信号 $R(t)$ と拡散コード $PN_j(t)$ との相関演算を、1 シンボルの区間 ($t=1 \sim N$ だけ ★

$$b_j = (1/N) \sum a_j(t) \cdot PN_j(t) \cdot PN_j(t) + (1/N) \sum \sum a_i(t) \cdot PN_i(t) \cdot PN_j(t) \dots (3)$$

(3) 式の右辺の第 1 項における加算範囲は $t=1 \sim N$ であり、第 2 項の加算範囲は $t=1 \sim N$ と $i=1 \sim m$ (但し、 $i \neq j$) である。相関検波出力 b_j における (3) 式の第 1 項は送信データであり、第 2 項は干渉信号である。

【0006】拡散コードが互いに直交している場合、相関検波出力 b_j の値は送信データと等しくなるが、非直交の拡散コードを用いた場合、各拡散コード間の相関に対応した干渉信号が存在することになり、復調データにおけるビット誤り確率が大きくなる。また、各送信局における拡散コードが非同期である場合、(3) 式の右辺第 2 項を直接計算することが困難である。そのため本発明では、ある送信局 i の送信信号におけるシンボル推定値が得られる毎にその送信局 i の送信信号、即ち (3) 式の右辺第 2 項中の $a_i(t) \cdot PN_i(t)$ を推定作成し、他の送信局の送信信号の相関検波に用いる受信信号 $R(t)$ から除去する。このような操作を繰り返すことによって、各送信局 $1 \sim m$ からの送信信号を推定し、結果として (3) 式の右辺第 2 項の干渉信号の量を低減する。本発明によれば、前記のように CDMA 復調装置を構成しているので、メモリ手段において、各送信局にそれぞれ対応する m 個の記憶領域に受信信号 $R(t)$ が入力され、その受信信号 $R(t)$ は一連の手段によって逐次推定データ系列で書き換えられる。ここで、各送信局毎に設けた記憶領域に記憶されているデータは、極最新のデータを除いて受信信号 $R(t)$ そのものではなく、シンボルを推定する毎に逐次更新される推定データ系列である。制御手段によってシンボルの区切りが検出される毎、つまり 1 シンボルの受信が完了する毎に、対応する送信局 i が指定局として指定される。指定局 i に対応する複数の推定データ系列がメモリ手段から読出され、その各推定データ系列と拡散コード $PN_i(t)$ との相関値が、推定値計算手段によって各シンボル毎に計算される。計算された相関値は補正関数を用いて補正され、

4

* 信局 j におけるスペクトラム拡散通信のベースバンドの送信信号は、一般に次の (1) 式のように表すことができる。

$$\dots (1)$$

※ (t) は送信局 j が用いている拡散コードである。一方、ベースバンドでの受信信号 $R(t)$ は、各送信局 $1 \sim m$ の送信信号の和と見ることができ、次の (2) 式のように表すことができる。

$$\dots (2)$$

★し、 N はチップ数) で行うことにより復調することができ、1 つのシンボルの相関検波出力 (シンボル相関値) b_j は次の (3) 式で表すことができる。

20

補正された相関値がシンボル推定値とされる。ここで、シンボル推定値の絶対値が例えば設定された値 n を越えた場合、シンボル推定値は n または $-n$ とするような制限が与えられる。この制限と補正とが組み合わされることによって、よりよい推定値が与えられ、干渉信号の除去効果が高まる。これらのシンボル推定値は一時的に記憶される。

30

【0007】干渉量計算手段において、前回計算されて記憶されている複数のシンボル推定値と今回計算された得数シンボル推定値との差分が求められる。この差分を求めるのは、記憶領域に格納されている推定データ系列は最近の受信データを除いてすでに前回のシンボル推定値に応じて修正されたものであり、今回の修正はその差分を用いて修正する必要があるための処置である。この差分値と拡散コード $PN_i(t)$ との積を取ることで、干渉修正データ系列が作成される。干渉修正データ系列における振幅がその差分値であるが、干渉修正データ系列は指定局 i が他局に与えている干渉量である。即ち、他局にとっては修正除去されるべきデータ系列である。除去手段において、メモリ手段から指定局 i を除いた各送信局に対応する各推定データ系列が読出され、読出された各推定データ系列から送信局 i の干渉修正データ系列がそれぞれ減算され、干渉修正データ系列の減算された推定データ系列で各記憶領域のデータが書き換えられる。このような、一連の手段による干渉量除去操作は制御部によって制御され、受信データ中にシンボルの区切りに達する送信局を検出すると、制御部は該当する送信局を指定して干渉量除去操作が行われる。したがって、例えば第 1 局が指定された後、次に再び第 1 局が指定されるまでの間に、第 2 局から第 m 局までの全ての局のシンボルに区切りがそれぞれ 1 回ずつあるので、第 2 局から第 m 局の送信信号に基づく干渉が第 1 局の使用記憶領域の推定データ系列から除去されることになる。この関係は第 1 局以外の他局についても同様であり、各局

50

の使用する記憶領域に格納された推定データ系列から他局の送信信号に基づく干渉が除去される。各局の送信信号が正しく再生されていれば、各局の記憶領域にはその局の送信信号のみが残ることになり、対応する拡散コードとの相関を計算すればその局のシンボルを正確に復調することができる。なお、各再生信号にシンボル推定誤差が生じていれば、他の局による干渉信号が残ることになる。しかしながら、一連の手段によって干渉除去操作を複数のシンボルについて行うことにより、実質上、再生信号のシンボルの推定を反復して行い、結果としてシンボルの推定誤差を少なくする。復調データの出力は、指定した送信局の最先行（古い）のシンボルの相関値またはシンボル推定で行われる。従って、前記課題を解決できるのである。

【0008】

【実施例】図1は、本発明の実施例を示すCDMA復調装置の構成ブロック図である。このCDMA復調装置は、装置全体の制御を行う制御部10と受信アンテナ11と無線機12とを備え、その受信アンテナ11は無線機12に接続されている。無線機12の出力側はメモリ手段13に接続され、メモリ手段13の出力は相関計算部14に接続されている。その相関計算部14には、拡散コード発生部15からの拡散コードが入力される接続である。相関計算部14の出力の一部はゲイン調整部16に接続され、そのゲイン調整部16の出力側が補正計算部17に接続されている。これら相関計算部14とゲイン調整部16と補正計算部17とは、指定局iの送信信号におけるシンボルの推定値を作成する推定値計算手段を構成する。図2は、図1中の補正計算部の構成ブロック図である。補正計算部17は、シンボル補正部17-1とシンボル制限部17-2とで構成されている。補正計算部17の出力側は干渉量計算部18に接続され、また、干渉量計算部18には拡散コード発生部15からの拡散コードが入力される接続である。干渉量計算部18の出力側が除去量計算部19に接続され、除去量計算部19の出力側が、メモリ手段13に接続されている。メモリ手段13は、想定される最大接続局数に対応した個数であるm個の受信シフトレジスタ部13-1～13-mを有している。各受信シフトレジスタ部13-1*

$$b_i(k) = (1/N) \sum D_i(t) \cdot P_{Ni}(t) \quad \dots (4)$$

ここで、加算範囲は $t = 1 \sim N$ であり、 k はシンボル番号（0～8）である。 N はチップ数であり、本実施例では $N = 10$ としている。（4）式の計算によって各シンボル $a_i(k)$ に対する推定値である $b_i(k)$ が求められてゲイン調整部16に送出される。相関計算部14では、受信シフトレジスタ部13-iにおける最終段部に存在する最先シンボル（最も古いシンボル）の相関値 $b_i(8)$ を復調データとして出力する。ステップS5※

$$b_i^*(k) = b_i(k) / x^* \quad \dots (5)$$

補正計算部17中のシンボル補正部17-1は、ゲイン

*～13-mはm個の第1～第m送信局にそれぞれ対応したものであり、それら受信シフトレジスタ部13-1～13-mの容量は当実施例では9シンボル長分に設定されている。また、各受信シフトレジスタ部13-1～13-mのチップ数 N はそれぞれ当実施例では10とされ、各チップで受信信号 $R(t)$ を時間軸上の異なる点で入力し、データ系列を形成する構成となっている。受信シフトレジスタ部13-1～13-mの格納しているデータは除去量計算部19に供給され、かつ除去量計算部19の計算結果が受信シフトレジスタ部13-1～13-m、に入力される接続である。

【0009】図3は図1の動作を示すフローチャートであり、この図3を参照しつつこのCDMA復調装置による干渉量除去操作を説明する。受信アンテナ11によって受信された受信信号を変換することによって、無線機12はベースバンドの受信信号 $R(t)$ を抽出する。図3のステップS1において、その受信信号 $R(t)$ はチップ周期毎にサンプリングされ、すべての受信シフトレジスタ部13-1～13-mに入力される。ステップS2において、ある送信局に対応する受信データがシンボルの区切りに達したとき、即ちステップS2において1つのシンボルの受信を完了したことを検出したとき、制御部10がステップS3でその送信局を指定局iとして指定する。指定局iの指定はシンボルの区切りに達した局を順次循環的に行い、また、ある送信局の最新の1つのシンボルに着目した場合、それが受信シフトレジスタ部13-iの最終部の達するまでにレジスタ長分の指定されることになる。指定局iが指定されると、その9シンボル分の推定データ系列 $D_i(t)$ が指定局iに対応する受信シフトレジスタ部13-iから相関計算部14に出力される。ステップS4において、相関計算部14は受信シフトレジスタ部13-iから出力される各シンボルに関する推定データ系列 $D_i(t)$ と拡散コード発生部15から出力された指定局iに対応する拡散コード $P_{Ni}(t)$ との相関を、内積計算で1シンボル分づつ計算する。式で示すと、1つのシンボルの相関値を $b_i(k)$ として次の（4）式のようなになる。

【0010】

※において、ゲイン調整部16では、相関値のパワーに対する正規化を行う。例えば入力される相関値の数シンボル分の平均値が、1になるように正規化される。次の（5）式はゲイン調整部16における調整を式に表したものであり、 x^* はパラメータで与えられるシンボル分の相関値の平均を表している。ゲイン調整部16で正規化された信号は補正計算部17に出力される。

調整部16からの正規化された信号 b_i^* に対して次の

7

(6)式を用いて補正を行い、シンボル推定値 $c_i(k)$ を計算する。また、シンボル制限部172は(7)式に基づいて演算し、補正された各シンボル推定*

$$\begin{aligned} c_i(k) &= a \cdot b_i * (k) \quad \dots (6) \\ d_i(k) &= -\max(c_i(k)) \quad (c_i(k) \leq -\max/a) \\ &\quad c_i(k) \quad (-\max/a < c_i(k) < \max/a) \\ &\quad \max \quad (c_i(k) \geq \max/a) \quad \dots (7) \end{aligned}$$

但し、 \max ; 設定された制限値

a ; 補正パラメータ

図4は、図1の補正計算部の関数を示す図であり、

(6)式及び(7)式を合わせた関数の状態を示している。

【0011】(6)式及び(7)式による制限と補正との組み合わせは、受信シフトレジスタ部13-iの容量に対応した回数の反復計算において、より良い推定値を与えることとなる。補正計算部17で計算された各シンボル推定値 $d_i(k)$ は、一時的に記憶されると共に、干渉量計算部18に供給される。ここで、各シンボル推定値 $d_i(k)$ は、指定局 i におけるシンボルデータに※20

$$E_i(k) = f_i(k) \cdot PN_i(t) \quad \dots (8)$$

図5は、図1の除去量計算部の動作を説明するための図であり、この図を参照しつつ、除去量計算部19の動作を説明する。

【0012】図5には、第1局と第 j 局におけるシンボル対応で表示された推定データ系列 $D_1(0) \sim D_1(9)$ 、 $D_j(0) \sim D_j(9)$ が示され、さらに指定局 i のシンボル対応で表示された干渉修正データ系列 $E_i(0) \sim E_i(8)$ と、レジスタ部のチップ対応で表示された干渉修正データ系列 $E_{i00} \sim E_{i89}$ と、レジスタ部のチップ対応で表示された推定データ系列 $D_{j00} \sim D_{j89}$ とが、示されている。ここで、推定データ系列 $D \star$

$$D_{jt} \leftarrow D_{jt} - E_{jt}$$

(9)式における t は時間軸を表し、 $t=00 \sim 89$ である。

【0013】書き換えられたデータ系列は今回推定した干渉量が除去された後の値となる。換言する各送信局に対応する受信信号のシンボル区間はまちまちであるので、例えば、図5のように、データ系列 $D_1(0)$ と $D_1(1)$ の一部とが、データ系列 $E_i(0)$ で修正され、同様にして最後にデータ系列 $D_1(8)$ と D_1

(9)とのそれぞれの一部がデータ系列 $E_i(8)$ で修正される。他の任意の送信局 j も同様に、指定局 i の9個のシンボルに関する干渉修正データ系列 $E_i(0) \sim E_i(8)$ によって、他の送信局におけるシンボルの位置に関係なく、時間軸対応で修正される。ステップS1～S8の一連の動作は、メモリ手段13に入力される受信信号中でシンボルの区切りが制御部10に検出される度に繰り返される。即ち、第1局のシンボルの区切りでは第1局の送信信号が再生され、その再生信号に基づい

8

*値 $c_i(k)$ に対して制限を加えた信号 $d_i(k)$ を求める。

※対する推定値となり、他の送信局に対しては指定局 i による干渉量の推定値となる。ステップS6において、干渉量計算部18は今回計算された指定局 i における各シンボル推定値 $d_i(k)$ と前回計算された第 i 送信局に対する各シンボル推定値との差分値 $f_i(k)$ を求め、さらに、その差分値 $f_i(k)$ と拡散コード発生部15からの拡散コード $PN_i(t)$ との積を計算する。ステップS7において、差分値 $f_i(k)$ と拡散コード $PN_i(k)$ の積により、干渉修正データ系列 $E_i(k)$ が(8)式で求められ、その干渉修正データ系列 $E_i(k)$ が除去量計算部19へ出力される。

★ $j_{00} \sim D_{j09}$ 、 $D_{j80} \sim D_{j89}$ は最初の10チップにおけるデータと最後の10チップにおけるデータ部分を示している。ステップS8において、除去量計算部19は、指定局 i に関する干渉修正データ系列 $E_{i00} \sim E_{i89}$ を干渉修正量として、メモリ手段13中の受信シフトレジスタ部13-iを除く他の受信シフトレジスタ部の推定データ系列 $D_{j00} \sim D_{j89}$ ($j=1 \sim m$, $j \neq i$) から時間軸対応で除去し、除去結果で受信シフトレジスタ部の値を書き換える。これを式で表すと、次の(9)式となる。

$$\dots (9)$$

て第2局から第 m 局の受信シフトレジスタ部13-2～13-mの内容が修正される。即ち、受信シフトレジスタ部13-2～13-mの内容から、第1局の送信信号に対応する値が除去される。第2局のシンボルの区切りでは、同様に第1及び第3から第 m 局の受信シフトレジスタ部13-1、13-3～13-mの内容から、第2局の送信信号に対応する値が除去される。以上のように、各送信局1～ m が順次循環的に指定されて、受信シフトレジスタ部13-1～13-mの内容が、繰り返して修正される。結果として、任意の局の任意のチップデータは、その受信シフトレジスタ部における入力端に入力されてから最終段部にいたるまでに、 $(m-1) \cdot k$ 回の反復的干渉量修正除去作用を他の送信局のシンボル区切りで受け、各局における送信シンボルが推定される。受信シフトレジスタ部13-iの最終段部に存在する指定局の最先行シンボルの推定データ系列 $D_i(8)$ は、 $(m-1) \cdot k$ 回の反復干渉修正除去作用を受けること

によって、そのシンボルのベースバンドの送信信号を近似するものとなり、その相関値またはシンボル推定値を復調データとして出力することでビット誤り率が減少する。

【0014】図6は、図1のシミュレーション特性を示す図である。図6に示された特性図は、拡散コードとして擬似ランダム符号(PN符号)を用いた場合の送信局間の干渉による誤りを、計算機シミュレーションで評価した特性図である。ここで、横軸は送信局数、縦軸は復調後のビット誤り率をそれぞれ示し、本実施例のシミュレーション結果M1と拡散コードとの相関のみを用いた従来の復調装置によるシミュレーション結果M2とが示されている。図6のように、本実施例は従来技術の復調装置に比べてビット誤り率が低くなり、従来に比べて多くの送信局数に対応することが可能となる。なお、このシミュレーションでは、

拡散コード；42次のPN符号(周期は2の42乗-1)

拡散率；64倍

送信データ；9次のPN符号(周期は511)

制限値；1

補正パラメータ；1.2

雑音；他局からの干渉のみとしている。

【0015】なお、本発明は、上記実施例に限定されず種々の変形が可能である。その変形例としては、例えば次のようなものがある。

(1) 各受信シフトレジスタ部13-1~13-mに同一の受信信号R(t)を入力する構成にしているが、各送信局毎に中間周波の拡散コードを用いてベースバンドの受信信号にそれぞれ復調し、その復調された受信信号を各受信シフトレジスタ部13-1~13-mに入力する構成としても、上記実施例と同様にビット誤りの少ないCDMA復調装置を構成できる。

(2) ゲイン調整部16で数シンボル分の相関値の平均値が1になるような正規化を行っているが、入力信号のパワーに変動がない場合、(7)式の制限値maxに適切な定数を与えればよい。また、パワーが変化する場

合には制限値maxを入力パワーに応じて適切にコントロールする構成としてもよい。例えば、制限値maxをx*にする等が考えられる。

(3) ゲイン調整部16の位置は、受信シフトレジスタ部13-1~13-mの前に設置することも可能である。即ち、相関計算部14に推定データ系列を入力する前段階で、ゲイン調整を行う構成としてもよい。

【0016】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、各送信局に対応した記憶領域を有して推定データ系列を記憶するメモリ手段と、指定局の推定データ系列とその指定局に対応した拡散コードとの相関値を求めてシンボル推定値を求める推定値計算手段と、そのシンボル推定値に基づいて干渉修正データ系列を求める干渉量計算手段と、干渉修正データ系列に基づき、指定局以外の送信局に対応して記憶されている推定データ系列を書換える除去手段とを、備えている。そのため、目的とする送信局の送信信号の検波に対して、他局の干渉量を少なくすることができ、干渉によるビット誤りの少ないCDMA復調装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示すCDMA復調装置の構成ブロック図である。

【図2】図1中の補正計算部の構成ブロック図である。

【図3】図1の動作を示すフローチャートである。

【図4】図1の補正計算部の関数を示す図である。

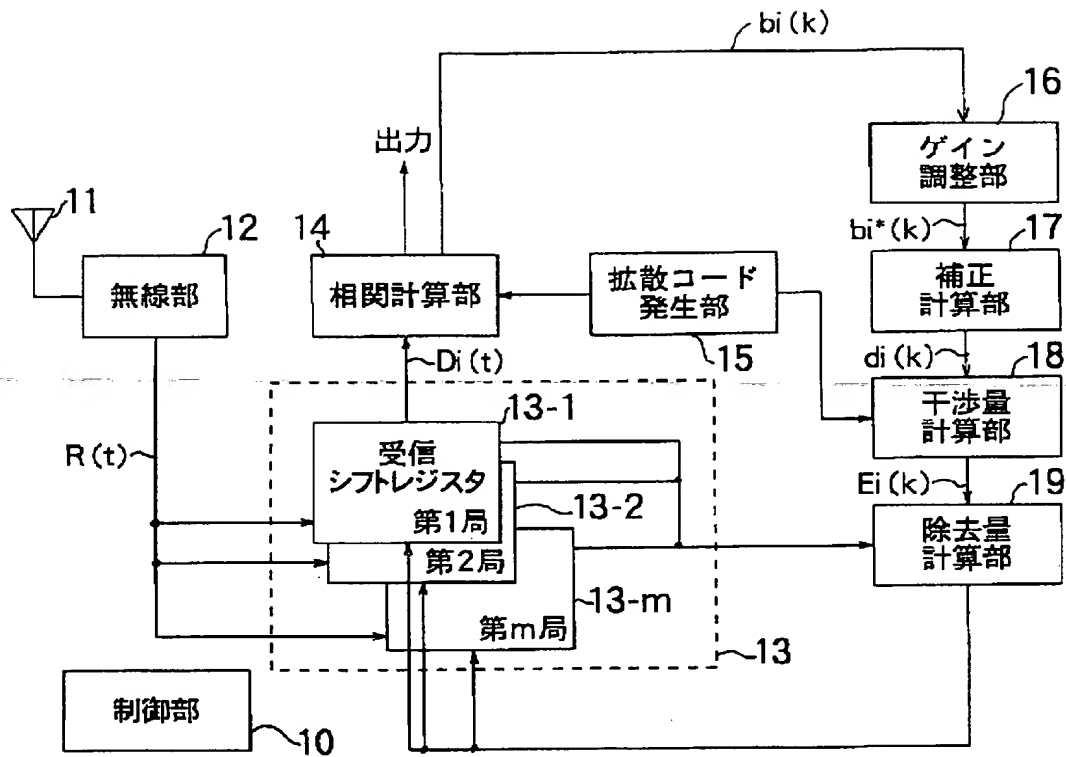
【図5】図1の除去量計算部の動作を説明するための図である。

【図6】図1のシミュレーション特性を示す図である。

【符号の説明】

10	制御部
13	メモリ手段
14	相関計算部
15	拡散コード発生部
16	ゲイン調整部
17	補正計算部
18	干渉量計算部
19	除去量計算部

【図 1】



本発明の実施例の CDMA 復調装置

【図 2】

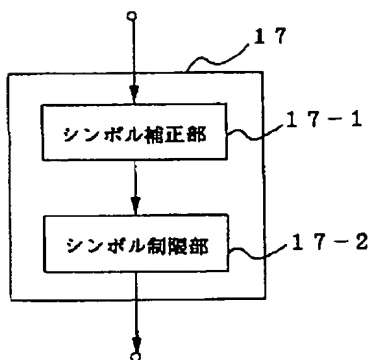
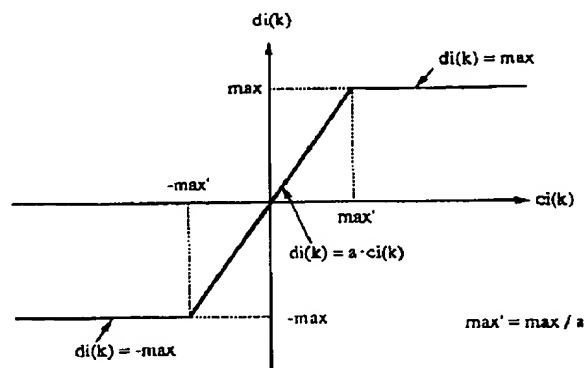


図 1 中の補正計算部

【図 4】



補正計算部の関数

【図 3】

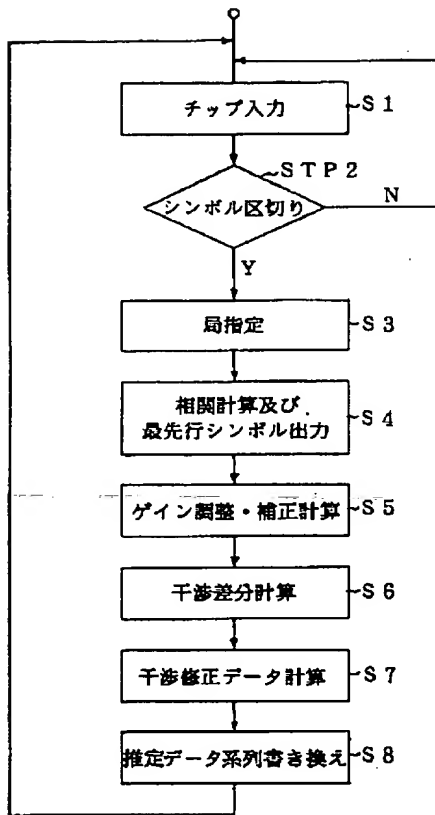


図 1 の動作

【図 5】

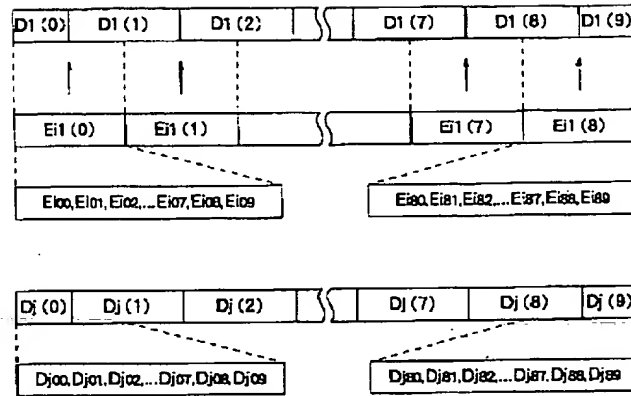


図 1 の除去量計算部の動作

【図 6】

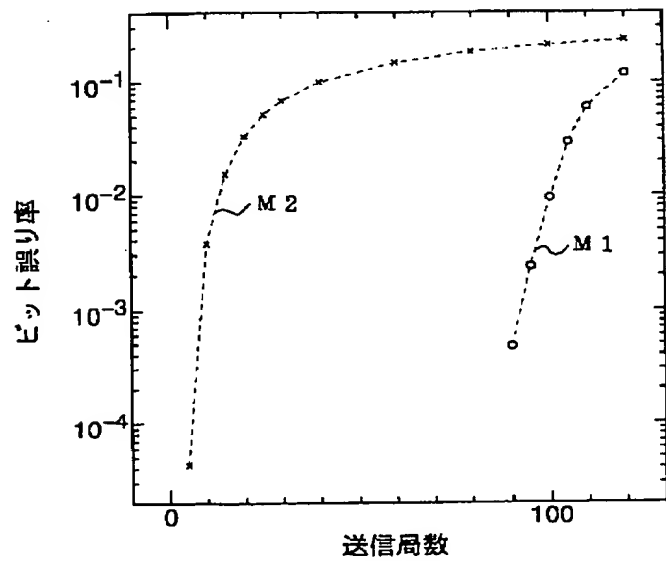


図 1 のシミュレーション特性